



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
18.07.2001 Patentblatt 2001/29

(51) Int Cl.7: **G02F 1/13357**

(21) Anmeldenummer: **01200013.9**

(22) Anmeldetag: **05.01.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **14.01.2000 DE 10001188**

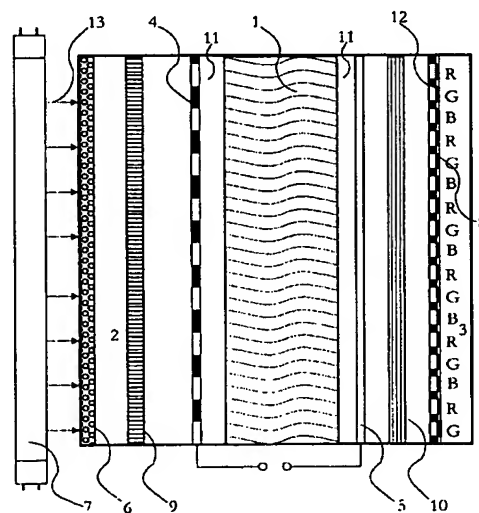
(71) Anmelder:  
• **Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
52064 Aachen (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**  
• **Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven (NL)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB**

(72) Erfinder:  
• **Bechtel, Helmut, Dr.  
52064 Aachen (DE)**  
• **Jüstel, Thomas, Dr.  
52064 Aachen (DE)**  
• **Nikol, Hans, Dr.  
52064 Aachen (DE)**  
• **Ronda, Cornelis, Dr.  
52064 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al  
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen (DE)**

(54) **Flüssigkristallfarbbildschirm mit Leuchtstoffschicht**

(57) Flüssigkristallfarbbildschirm, ausgerüstet mit einem elektro-optischem Medium (1), zwei parallelen transparenten Substraten, die das elektro-optische Medium flankieren, Mittel (4 und 5) zur Beeinflussung des Transmissionszustandes des elektro-optischen Mediums, einer Leuchtstoffschicht (6), die mindestens zwei Leuchtstoffe enthält, auf dem ersten Substrat, einer Strahlungsquelle (7) für Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360\text{nm}$  auf der Seite des zweiten Substrates und Mittel zur Transformation der Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360\text{nm}$  in Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360\text{nm}$ .



**FIG. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Flüssigkristallfarbbildschirm, ausgerüstet mit einem elektro-optischen Medium, zwei parallelen transparenten Substraten, die das elektro-optischen Medium flankieren, Mittel zur Beeinflussung des Transmissionszustandes des elektro-optischen Mediums, einer Leuchtstoffschicht, die mindestens zwei Leuchtstoffe enthält, auf dem ersten Substrat und einer Strahlungsquelle für Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm auf der Seite des zweiten Substrates.

**[0002]** Das Prinzip eines Flüssigkristallbildschirms beruht darauf, dass sich die Molekülorientierung von flüssigen, sich optisch wie doppelbrechende Kristalle verhaltenden, organischen Substanzen durch Anlegen eines elektrischen Feldes so steuern lässt, dass von außen auffallendes linear polarisiertes Licht in seiner Polarisationsrichtung beeinflusst wird.

**[0003]** Ein konventionellen Flüssigkristallbildschirm besteht üblicherweise aus zwei Glasplatten, die jeweils an ihren Innenseiten mit einer transparenten Elektrode aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) beschichtet sind. Bei TN-Flüssigkristallbildschirmen (TN = twisted nematic) erhalten die Flüssigkristallmoleküle durch Orientierungsschichten eine um  $90^\circ$  zwischen den beiden Glasplatten verdrehte Randorientierung. Dadurch stellt sich eine  $90^\circ$  - Helix in den Flüssigkristallmolekülen ein. Gekreuzte Polarisatoren auf den Außenflächen der Glasplatten und eine flächige Hintergrundbeleuchtung vervollständigen den Bildschirm. Solange an den beiden ITO-Elektroden keine elektrische Spannung anliegt, kann das vom ersten Polarisator linear polarisierte Licht der Hintergrundbeleuchtung der  $90^\circ$ -Verdrehung der Flüssigkristallmoleküle folgen und anschließend den zweiten Polarisator passieren; der Bildschirm erscheint hell. Beim Anlegen einer genügend hohen Spannung wird durch die elektrische Anisotropie der Flüssigkristallmoleküle die Helix aufgehoben und die Polarisationsrichtung bleibt unbeeinflusst; das polarisierte Licht wird am zweiten Polarisator geblockt und die Zelle erscheint dunkel.

**[0004]** Ein komplette Bild wird aus einer Vielzahl von Einzelelementen zusammengesetzt, die jeweils als Lichtventile über eine Matrix angesteuert werden. Man unterscheidet bei der Ansteuerung zwischen passiver und aktiver Matrix. Die Mehrzahl der derzeit weltweit produzierten Flüssigkristallanzeigen werden durch eine passive Matrix angesteuert, die transparente Streifenelektroden auf beiden Glasplatten erforderlich machen.

Bei Flüssigkristallbildschirmen mit aktiver Matrix ist jedem Bildelement (Pixel) ein eigener Schalter zugeordnet, der aus einem Dünnschichttransistor (TFT) oder einer Dünnschichtdiode (TFD) bestehen kann. Flüssigkristallbildschirme mit aktiver Matrix zeigen insgesamt einen besseren Kontrast und höhere Farbsättigung und haben eine niedrigere Ansprechzeit. Bei farbigen Flüssigkristallbildschirmen setzt sich das Bildelement jeweils aus drei, jeweils einzeln angesteuerten Elementen für die Farben Rot, Blau, Grün zusammen. Die Farbwiedergabe erfolgt in konventionellen Flüssigkristallbildschirmen durch Mosaikfarbfilter, die auf die frontseitige Glasplatte aufgedruckt sind.

**[0005]** Ein Nachteil der konventionellen Flüssigkristallfarbbildschirme mit Farbfilterschichten ist es, dass der Bildschirm nur unter bestimmten Blickwinkeln betrachtet werden kann und dass Farbsättigung, Leuchtkraft und Helligkeit Werte haben, die deutlich unter denen von CRT-Bildschirmen liegen.

**[0006]** Höhere Leuchtkraft und einen größeren Betrachtungswinkel haben Flüssigkristallfarbbildschirme, die eine Leuchtstoffschicht umfassen.

**[0007]** Beispielsweise ist aus US 4 822 144 ein Flüssigkristallfarbbildschirm bekannt, der im Transmissionsmodus betrieben wird und auf einer Kombination von Flüssigkristallschaltelementen und einer Leuchtstoffschicht beruht, wobei die Leuchtstoffschicht von einer UV-Lichtquelle angeregt wird und die Helligkeit des Bildschirms durch ein Interferenzfilter zwischen Lichtquelle und Leuchtstoffschicht erhöht wird. Leuchtstoffschicht und UV-Quelle können an zwei, voneinander abgewandten Seiten der Flüssigkristallschaltelemente liegen. Die UV-Quelle kann eine Quecksilberhochdruckgasentladungslampe, die mit einer maximalen Emission zwischen 360 und 380 nm abstrahlt, oder eine Quecksilberniederdruckgasentladungslampe, die Licht mit einer maximalen Emission bei 254 nm abstrahlt, gewählt werden.

**[0008]** Es ist ein Nachteil einer Hintergrundbeleuchtung mittels einer Quecksilber-Hochdrucklampe, die eine maximale Emission bei Wellenlängen zwischen 360 und 380 nm hat, dass neben den kurzwelligen Anteilen auch Licht mit beträchtlicher Intensität bei 408, 435 und 546 nm emittiert wird. Dies führt zu einer unvollständigen Aufspaltung in die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau in den Leuchtstoffen und zu chromatischer Aberration des auf dem Projektionsbildschirm erzeugten Projektionsbildes.

**[0009]** Es ist ein Nachteil einer Hintergrundbeleuchtung mittels einer Quecksilber-Niederdrucklampe mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge von 254 nm, dass Licht dieser Wellenlänge im Flüssigkristallmaterial absorbiert wird und zu photochemischen Reaktionen führt, die mit der Zeit das Flüssigkristallmaterial zerstören können.

**[0010]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Flüssigkristallfarbbildschirm zur Verfügung zu stellen, der ein farbreines Bild erzeugt und eine lange Lebensdauer hat.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch einen Flüssigkristallfarbbildschirm, ausgerüstet mit einem elektro-optischen Medium, zwei parallelen transparenten Substraten, die das elektro-optischen Medium flankieren, Mittel zur Beeinflussung des Transmissionszustandes des elektro-optischen Mediums, einer Leuchtstoffschicht mit mindestens zwei Leuchtstoffen auf dem ersten Substrat und einer Strahlungsquelle für Strahlung mit einer maximalen

Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm auf der Seite des zweiten Substrates und Mittel zur Transformation der Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm in Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360$  nm.

Dadurch wird die Farbreinheit der Farbbildpunkte und damit die farbgetreue vollständige Farbmischung auf dem Farbbildschirm verbessert. Photochemische Reaktionen des Hintergrundlichtes mit dem elektro-optischen Medium werden vermieden.

**[0012]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Mittel zur Transformation der Strahlung ein UV-Leuchtstoff.

**[0013]** Der UV-Leuchtstoff kann ausgewählt sein aus der Gruppe  $\text{Ca}_{2,45}\text{B}_{5,5}\text{P}_2\text{O}_{15,75}:\text{Ce}^{3+}, \text{Li}^+$ ;  $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ ;  $\text{Ba}_2\text{Mg}(\text{BO}_3)_2:\text{Pb}^{2+}$ ;  $\text{LaGd}(\text{BO}_3)_2:\text{Ce}^{2+}$ ;  $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{ZnO}:\text{Ga}^{3+}$ ;  $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$ ;  $(\text{Sr},\text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$  und  $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ .

**[0014]** Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Strahlungsquelle für Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm Quecksilberniederdrucklampe. Eine Hintergrundbeleuchtung mit einer Quecksilberniederdrucklampe hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, weil sie die UV-Leuchtstoffe besonders effizient anregt.

**[0015]** Es kann auch bevorzugt sein, dass das elektro-optische Medium ein Flüssigkristallzellmedium mit einer Drehung zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$  ist.

**[0016]** In einer Variante des Flüssigkristallfarbbildschirms enthält die Leuchtstoffschicht einen roten Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Y}(\text{V},\text{P},\text{B})\text{O}_4:\text{Eu}$ ;  $\text{Mg}_4\text{GeO}_{55}\text{F}:\text{Mn}$ ;  $\text{YNbO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ;  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ ;  $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{Cphen})$   $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{phen})$  und  $\text{Eu}(\text{tfnb})_3(\text{dpphen})$ . Die mit diesem Leuchtstoffen erreichte Leuchtstärke im roten Bereich und der damit erzielte, optische Wirkungsgrad ist besonders hoch.

**[0017]** In einer anderen Variante des Flüssigkristallfarbbildschirms enthält die Leuchtstoffschicht einen blauen Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ .

Die mit diesem Leuchtstoffen erreichte Leuchtstärke im blauen Bereich und der damit erzielte, optische Wirkungsgrad ist besonders hoch.

**[0018]** In einer weiteren Variante des Flüssigkristallfarbbildschirms enthält die Leuchtstoffschicht einen grünen Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{27}:\text{Mn}, \text{Eu}$ ;  $\text{Tb}(\text{bph}4\text{COO})_3(\text{HOEt})_2$ ,  $\text{Tb}(\text{dmbtacn})_3(\text{HOEt})_2$  und  $\text{Tb}(\text{benz})_3(\text{HOEt})_2$ . Die mit diesem Leuchtstoffen erreichte Leuchtstärke im grünen Bereich und der damit erzielte, optische Wirkungsgrad ist besonders hoch.

**[0019]** Nachfolgend wird die Erfindung einer Figur weiter erläutert.

**[0020]** Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen Flüssigkristallfarbbildschirm nach einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0021]** Ein Flüssigkristallfarbbildschirm nach der Erfindung ist ausgerüstet mit einem elektro-optischen Medium zwischen zwei parallelen transparenten Substraten 2 und 3, die das elektro-optische Medium flankieren, Mittel zur Beeinflussung des Transmissionszustandes des elektro-optischen Mediums 4 und 5, eine Leuchtstoffschicht mit mindestens zwei Leuchtstoffen auf dem ersten Substrat 6 und eine Strahlungsquelle 7 für Strahlung 13 mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm auf der Seite des zweiten Substrates und Mittel zur Transformation der Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm in Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360$  nm.

**[0022]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung können die beiden Substrate die Substrate aus Glas bestehen. Sie sind transparent für langwelliges UV-Licht mit einer Wellenlänge  $> 380$  nm und sichtbarem Licht. Die Substrate sind an ihrer Peripherie mit einer Dichtung verschlossen, die z. B. aus einem Klebstoff besteht. Die Substrate und die Dichtung schließen einen Raum ein, der durch das elektro-optische Medium gefüllt ist.

**[0023]** Für das elektro-optische Medium können verschiedene Flüssigkristallmaterialien gewählt werden. Zum Beispiel kann ein "twisted nematic"-Material mit einer Drehung von  $90^\circ$  für ein "TN-LCD" oder ein "super twisted nematic"-Material mit einer Drehung von  $180$  bis  $270^\circ$  für ein "STN-LCD" gewählt werden oder aber ein doppelbrechendes Material mit einer Drehung von  $270^\circ$  ("super twisted birefringence") für ein "SBE-LCD". Auch ferroelektrische Flüssigkristallmaterialien sind geeignet.

**[0024]** An den Oberflächen der Substrate, die in Berührung mit dem elektro-optischen Medium stehen, sind die Substrate mit transparenten Elektrodenstreifen 4 und 5 beschichtet, die sich senkrecht überschneiden und eine Matrix von Schaltungspunkten bilden. Die Elektroden können zum Beispiel aus ITO bestehen. Die Elektroden sind mit einer Orientierungsschicht 11 aus orientiert abgeschiedenen (obliquely evaporated) Siliziumoxid bedeckt. Weiterhin ist auf dem ersten Substrat ein Polarisator 9 und auf dem zweiten Substrat ein Analysator 10 angeordnet.

**[0025]** Eine Quecksilberhochdrucklampe 7, die UV-Licht mit einer Wellenlänge von  $370$  nm ausstrahlt, ist auf der Seite des Substrates 2 angeordnet.

**[0026]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Mittel zur Transformation der Strahlung ein UV-Leuchtstoff.

**[0027]** Der UV-Leuchtstoff kann ausgewählt sein aus der Gruppe  $\text{Ca}_{2,45}\text{B}_{5,5}\text{P}_2\text{O}_{15,75}:\text{Ce}^{3+}, \text{Li}^+$ ;  $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ ;  $\text{Ba}_2\text{Mg}(\text{BO}_3)_2:\text{Pb}^{2+}$ ;  $\text{LaGd}(\text{BO}_3)_2:\text{Ce}^{2+}$ ;  $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{ZnO}:\text{Ga}^{3+}$ ;  $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$ ;  $(\text{Sr},\text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$

und  $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ . Diese UV-Leuchtstoffe werden effektiv durch das von der Hintergrundbeleuchtung eintretende UV-Licht mit einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360 \text{ nm}$  angeregt und emittieren UV-Licht mit einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360 \text{ nm}$  mit hoher Fluoreszenz-Quantenausbeute emittieren. UV-Licht mit einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360 \text{ nm}$  verursacht keine photochemischen Reaktionen in dem Flüssigkristallmaterial. In Tabelle 1 sind für diese UV-Leuchtstoffe jeweils die Wellenlänge des Emissionsmaximums  $E_m[\text{nm}]$ , die Breite der Emission FWHM[nm] und die Quantenausbeute QE angegeben.

Tab. 1

Leuchtstoff	$E_m[\text{nm}]$	FWHM [nm]	QE [%]
$\text{Ca}_{2,45}\text{B}_{5,5}\text{P}_2\text{O}_{15,75}:\text{Ce}^{3+}, \text{Li}^+$	365	53	95
$\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$	370	19	92
$\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$	378	65	30
$\text{Ba}_2\text{Mg}(\text{BO}_3)_2:\text{Pb}^{2+}$	380	51	60
$\text{LaGd}(\text{BO}_3)_2:\text{Ce}^{2+};$	380	60	65
$\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$	388	12	99
$\text{ZnO}:\text{Ga}^3$	388	15	
$\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$	391	29	
$(\text{Sr}, \text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$	392	26	90
$\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$	403	21	90
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}$	412	33	

[0028] Zwischen der Hintergrundbeleuchtung und dem Mittel zur Transformation der Wellenlänge kann ein Kollimator angebracht werden, um Kontrast, Farbreinheit und Effizienz des Flüssigkristallfarbbildschirms zu verbessern.

[0029] Das frontseitige Substrat 3 auf der dem Betrachter zugewandten Seite ist auf der an das elektro-optische Medium angrenzenden Oberfläche mit einer Leuchtstoffschicht ausgestattet. Die Leuchtstoffschicht setzt sich aus einem Mosaikmuster von Bildelementen zusammen, die jeweils einem Schaltungspunkt zugeordnet sind und Fluoreszenzlicht in Rot, Grün oder Blau emittieren, wenn sie von dem UV-Licht, das von der Schicht mit einem UV-Leuchtstoff ausgestrahlt wird, angeregt werden.

[0030] Effiziente Leuchtstoffe zur Erzeugung des sichtbaren Lichtes aus langwelligem UV-Licht sind für den roten Bereich  $\text{Y}(\text{V}, \text{P}, \text{B})\text{O}_4:\text{Eu}$ ,  $\text{Mg}_4\text{GeO}_{55}\text{F}:\text{Mn}$ ,  $\text{YNbO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ;  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{phen})$ ,  $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{Clphen})$  und  $\text{Eu}(\text{tfnb})_3(\text{dpphen})$ ., für den blauen Bereich  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ , Coumarin 4, Coumarin 47 und Coumarin 102 und für den grünen Bereich  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{27}:\text{Mn}, \text{Eu}$ ,  $\text{Tb}(\text{bph4COO})_3(\text{HOEt})_2$ ,  $\text{Tb}(\text{dmbtacn})_3(\text{HOEt})_2$  und  $\text{Tb}(\text{benz})_3(\text{HOEt})_2$

Tab. 2 :

Rote Leuchtstoffe					
rot	x	y	Peak $E_m[\text{nm}]$	QE[%]	FWHM [nm]
$\text{Y}(\text{V}, \text{P}, \text{B})\text{O}_4:\text{Eu}$	.659	.341	615		Linie
$\text{Mg}_4\text{GeO}_{55}\text{F}:\text{Mn}$	.713	.287	655		16
$\text{YnbO}_4:\text{Eu}^{3+};$	.659	.341	615		Linie
$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$	.666	.330	627		Linie
$\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{Clphen})$	.652	.330	618	75	
$\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{phen})$	.652	.329	619	72	
$\text{Eu}(\text{tfnb})_3(\text{dpphen})$	.657	.326	618	64	
rot	x	y	Peak $E_m[\text{nm}]$	QE[%]	FWHM [nm]
tta = 1-(2-Thenoyl)-4,4,4-trifluor-1,3-butandithionat tfnb = 4,4,4-Trifluor-1-(2-naphtyl)-1,3-butandithionat Clphen = 5-Chlor-1,10-Phenanthrolin phen = 1,10-Phenanthrolin dpphen = 4,7-Diphenyl-1,10-Phenanthrolin					

Tab.3:

Blaue Leuchtstoffe						
blau	x	y	Peak E <sub>m</sub>	Peak Abs	FWHM [nm]	QE [%]
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu	.148	.053	447		51	
Coumarin 4			445	372		> 90%
Coumarin 47			450	373		
Coumarin 102			465	389		
Coumarin 4 = 7-Hydroxy-4-methylcoumarin Coumarin 47 = 7-Diethylamino-4-Methylcoumarin Coumarin 102 = 2,3,5,6-1H,4H-Tetrahydro-8-methylquinolizino-[9,9a,1-g]-coumarin						

Tab. 4:

Grüne Leuchtstoffe					
grün	x	y	FWHM [nm]	Peak E <sub>m</sub> [nm]	QE[nm]
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>27</sub> :Mn,Eu	.126	.65	27	514	
Tb(bph4COO) <sub>3</sub> (HOEt) <sub>2</sub>	.324	.598		549	70
Tb(dmbtacn) <sub>3</sub> (HOEt) <sub>2</sub>	.332	.603		549	70
Tb(benz) <sub>3</sub> (HOEt) <sub>2</sub>	.325	.604		549	61
bph4COO = Benzophenon -4-carbonat dmbtacn = Dimethylbenzoyltriazocyclooct benz = benzoat					

[0031] Die Leuchtstoffschichten, die wahlweise als Punkte oder Streifen angebracht werden, können weiterhin durch eine schwarze Matrix 12 umrandet werden, um Kontrast und Farbreinheit zu verbessern.

[0032] Auch durch Einfärbung des frontseitigen Substrates 3 ist es möglich, den Kontrast bei Umgebungslicht zu verbessern.

[0033] Weiterhin ist es möglich zwischen dem elektro-optischen Medium und der Leuchtstoffschicht 6 eine dielektrische Beschichtung vorzusehen, die für UV-Licht transparent ist und sichtbares Licht reflektiert.

[0034] Im Betrieb wird entsprechend dem gewünschten Bild eine Spannung zwischen den Elektroden angelegt. In dem Teil des elektro-optischen Mediums, das zwischen nicht geschalteten Schaltungspunkten liegt oder wo die Spannung niedriger ist als die Schwellenspannung, haben die Flüssigkristallmoleküle eine verdrehte Struktur mit einer Drehung von 90° über den Querschnitt der Zelle. In dem Teil des elektro-optischen Mediums, das zwischen geschalteten Schaltungspunkten liegt oder wo die Spannung höher ist als die Schwellenspannung, haben die Flüssigkristallmoleküle eine gestreckte Struktur ohne oder mit nur geringfügiger Drehung über den Querschnitt der Zelle.

[0035] Die unpolarisierte UV-Strahlung mit einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm, die von der Quecksilber-Niederdrucklampe 7 erzeugt wird, wird in der Leuchtstoffschicht 8, von dem UV-Leuchtstoff, der als Transformator für diese UV-Strahlung wirkt, absorbiert und als Licht mit einer höheren Wellenlänge von  $\lambda_2 > 360$  nm wieder emittiert. An den Stellen in dem elektro-optischen Medium, an denen keine Spannung angelegt ist, durchquert die erzeugte Strahlung den Polarisator, das Flüssigkristallmedium und den Analysator und trifft in der Leuchtstoffschicht 6 auf ein rotes, grünes oder blaues Pixel. Die Pixel in der Leuchtstoffschicht sind den Schaltungspunkten zugeordnet und an ihnen ausgerichtet. Die durch das langwellige UV-Licht angeregten Leuchtstoffe strahlen dann sichtbares Licht in einer der Farben Rot, Grün oder Blau aus.

#### Patentansprüche

1. Flüssigkristallfarbbildschirm, ausgerüstet mit einem elektro-optischen Medium, zwei parallelen transparenten Substraten, die das elektro-optische Medium flankieren, Mittel zur Beeinflussung des Transmissionszustandes des elektro-optischen Mediums, einer Leuchtstoffschicht, die mindestens zwei Leuchtstoffe enthält, auf dem ersten

Substrat, einer Strahlungsquelle für Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm auf der Seite des zweiten Substrates und Mittel zur Transformation der Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_2 < 360$  nm in Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_2 > 360$  nm.

2. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Mittel zur Transformation der Strahlung ein UV-Leuchtstoff ist.
3. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Mittel zur Transformation der Strahlung ein UV-Leuchtstoff ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ca}_{2,45}\text{B}_{55}\text{P}_2\text{O}_{15,75}:\text{Ce}^{3+}, \text{Li}^+$ ;  $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ ;  $\text{Ba}_2\text{Mg}(\text{BO}_3)_2:\text{Pb}^{2+}$ ;  $\text{LaGd}(\text{BO}_3)_2:\text{Ce}^{2+}$ ;  $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{ZnO}:\text{Ga}^{3+}$ ;  $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$ ;  $(\text{Sr},\text{Mg})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$  und  $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ .
4. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Strahlungsquelle für Strahlung mit einer maximalen Emission bei einer Wellenlänge  $\lambda_1 < 360$  nm Quecksilberniederdrucklampe ist.
5. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das elektro-optische Medium ein Flüssigkristallzellmedium mit einer Drehung zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$  ist.
6. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Leuchtstoffschicht einen roten Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Y}(\text{V},\text{P},\text{B})\text{O}_4:\text{Eu}$ ;  $\text{Mg}_4\text{GeO}_{55}\text{F}:\text{Mn}$ ;  $\text{YNbO}_4:\text{Eu}^{3+}$ ;  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ ;  $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{Clphen})$   $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{phen})$  und  $\text{Eu}(\text{tfnb})_3(\text{dpphen})$  enthält.
7. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Leuchtstoffschicht einen blauen Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ , 7-Hydroxy-4-methylcoumarin, 7-Diethylamino-4-Methylcoumarin und 2,3,5,6-1H,4H-Tetrahydro-8-methylquinolizino-[9,9a,1-g]-coumarin enthält.
8. Flüssigkristallfarbbildschirm gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Leuchtstoffschicht einen grünen Leuchtstoff, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{27}:\text{Mn}, \text{Eu}$ ,  $\text{Tb}(\text{bph4COO})_3(\text{HOEt})_2$ ,  $\text{Tb}(\text{dmbtacn})_3(\text{HOEt})_2$  und  $\text{Tb}(\text{benz})_3(\text{HOEt})_2$  enthält.

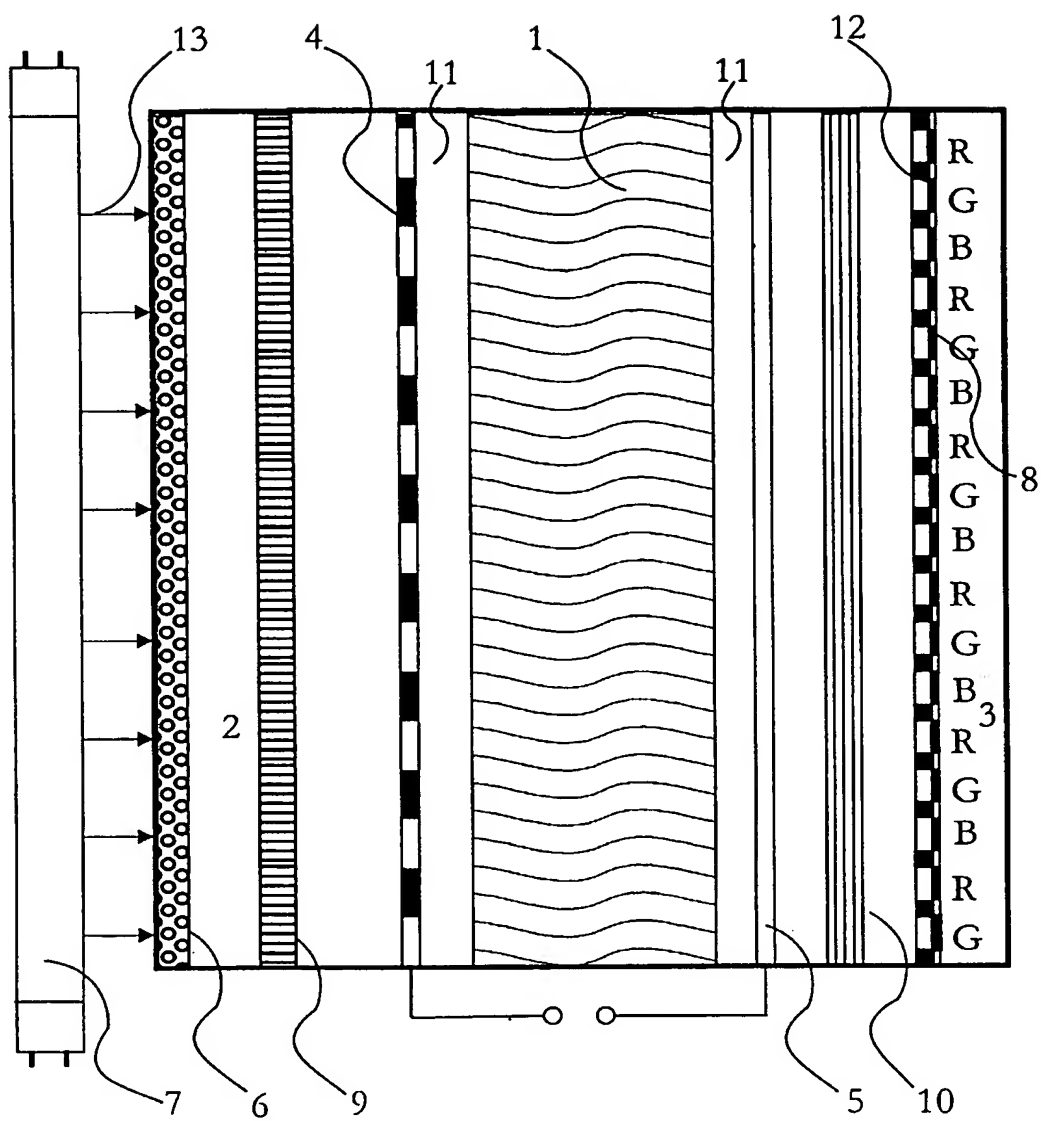


FIG. 1